

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H03M 13/29 (2006.01)

H04L 1/00 (2006.01)

H03M 13/05 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02811022.6

[45] 授权公告日 2006 年 9 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 1274088C

[22] 申请日 2002.5.22 [21] 申请号 02811022.6  
[30] 优先权

[32] 2001. 5. 29 [33] US [31] 60/294,117

[32] 2002. 3. 26 [33] US [31] 10/107,025

[86] 国际申请 PCT/US2002/016158 2002.5.22

[87] 国际公布 WO2002/098003 英 2002.12.5

[85] 进入国家阶段日期 2003.12.1

[71] 专利权人 汤姆森特许公司

地址 法国布洛涅

[72] 发明人 库马·拉马斯瓦米

小路易斯·R·利特温

审查员 王艳坤

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所  
代理人 吕晓章 马莹

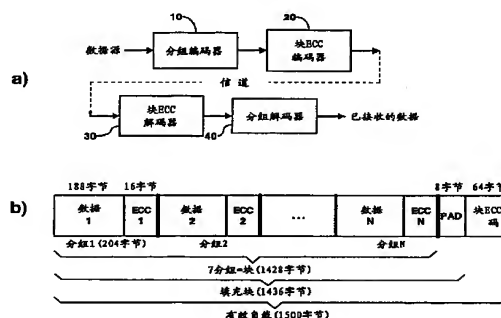
权利要求书 3 页 说明书 5 页 附图 1 页

[54] 发明名称

基于分组通信系统的分级块编码

[57] 摘要

一种分级块编码分组流的方法，包括步骤：将分组纠错码添加到分组流中的每个分组；将块纠错码添加到分组流中的分组的连续块，以便形成分级的纠错编码的分组流。然后通过通信信道来发送该分组流。响应每个块纠错码，来纠正分组的每个块中的错误，并且响应每个分组纠错码，来纠正每个块中的每个分组的错误。



1. 一种在基于分组的通信系统中的分级块编码系统，包括：  
数字数据源；
- 5        分组编码器，连接到数据源，用于形成连续的分组，每个分组包括数据和分组纠错码；  
块编码器，连接到所述分组编码器，用于将块纠错码连续地添加到多个分组的一个块上；  
块解码器，连接到所述块编码器，用于响应每个块纠错码，来纠正分组
- 10      的每个块中的错误；  
分组解码器，连接到所述块解码器，用于响应每个分组纠错码，来纠正每个分组中的错误；以及  
通信信道，连接在所述块编码器和所述块解码器之间，用于传输分组的连续块和所添加的块纠错码。
- 15        2. 如权利要求 1 所述的系统，其中所述通信信道可能将错误引入已发送的分组的块和所添加的块纠错码或丢失分组。
3. 如权利要求 1 所述的系统，其中每个块包括固定数量的分组。
4. 如权利要求 3 所述的系统，其中所述固定数量是七。
5. 如权利要求 1 所述的系统，其中每个分组具有划分为数据字段和分组
- 20      纠错码字段的固定长度。
6. 如权利要求 5 所述的系统，其中每个块包括固定数量的分组。
7. 如权利要求 5 所述的系统，其中所述固定长度是 204 字节，所述数据字段是 188 字节，所述分组纠错码字段是 16 字节。
8. 如权利要求 7 所述的系统，其中所述分组纠错码是里德-所罗门(204，
- 25      188)码。
9. 如权利要求 7 所述的系统，其中每个块包括七个分组。
10. 如权利要求 9 所述的系统，其中所述分组纠错码是里德-所罗门(204，188)码，所述块纠错码是里德-所罗门(1500，1436)码。
11. 一种在基于分组的通信发射机中的分级块编码系统，包括：  
数字数据源；
- 30        分组编码器，连接到所述数据源，用于形成连续的分组，每个分组包括

数据和分组纠错码; 以及

块编码器, 连接到所述分组编码器, 用于将块纠错码连续地添加到多个分组的一个块。

12. 如权利要求 11 所述的系统, 其中所述块编码器连接到通信信道。

5 13. 如权利要求 11 所述的系统, 其中每个块包括固定数量的分组。

14. 如权利要求 13 所述的系统, 其中所述固定数量是七。

15. 如权利要求 11 所述的系统, 其中每个分组具有划分为数据字段和分组纠错码字段的固定长度。

16. 如权利要求 15 所述的系统, 其中每个块包括固定数量的分组。

10 17. 如权利要求 15 所述的系统, 其中固定长度是 204 字节, 所述数据字段是 188 字节, 所述分组纠错码字段是 16 字节。

18. 如权利要求 17 所述的系统, 其中所述分组纠错码是里德-所罗门(204, 188)码。

19. 如权利要求 17 所述的系统, 其中每个块包括七个分组。

15 20. 如权利要求 19 所述的系统, 其中所述分组纠错码是里德-所罗门(204, 188)码, 所述块纠错码是里德-所罗门(1500, 1436)码。

21. 一种在基于分组的通信接收机中的分级块编码系统, 包括:

输入端, 能够接收分组的连续块, 每个分组具有添加的块纠错码, 并且每个块包括数据字段和分组纠错码字段;

20 块解码器, 连接到所述输入端, 用于响应每个块纠错码, 来纠正分组的每个块中的错误; 以及

分组解码器, 连接到所述块解码器, 用于响应每个分组纠错码, 来纠正每个分组中的错误。

22. 如权利要求 21 所述的系统, 其中所述输入端连接到通信信道。

25 23. 如权利要求 21 所述的系统, 其中每个块包括固定数量的分组。

24. 如权利要求 23 所述的系统, 其中所述固定数量是七。

25. 如权利要求 21 所述的系统, 其中每个分组具有划分为数据字段和分组纠错码字段的固定长度。

26. 如权利要求 25 所述的系统, 其中每个块包括固定数量的分组。

30 27. 如权利要求 25 所述的系统, 其中固定长度是 204 字节, 所述数据字段是 188 字节, 所述分组纠错码字段是 16 字节。

28. 如权利要求 27 所述的系统, 其中所述分组纠错码是 Reed-Solomon(204, 188)编码。

29. 如权利要求 27 所述的系统, 其中每个块包括七个分组。

30. 如权利要求 29 所述的系统, 其中所述分组纠错码是  
5 Reed-Solomon(204, 188)编码, 所述块纠错码是 Reed-Solomon(1500, 1436)编码。

31. 一种用于分级块编码分组流的方法, 包括步骤:

将分组纠错码添加到分组流中的每个分组;

将块纠错码添加到分组流中的分组的连续块;

10 响应每个块纠错码, 来纠正分组的每个块中的错误;

响应每个分组纠错码, 来纠正每个块中的每个分组的错误。

32. 一种用于发送分级块编码的分组流的方法, 包括步骤:

将分组纠错码添加到分组流中的每个分组;

将块纠错码添加到分组流中的分组的连续块;

15 发送分组的已纠错块。

33. 一种用于接收分级块编码的分组流的方法, 包括步骤:

接收分组的已纠错块的流, 每个块具有与其相关的块纠错码, 并且每个  
分组具有与其相关的分组纠错码;

响应块纠错码, 来纠正分组的每个块中的错误; 以及

20 响应分组纠错码, 来纠正每个块中的每个分组的错误。

25

## 基于分组通信系统的分级块编码

## 5 技术领域

本发明涉及基于分组的通信系统，该通信系统通过纠错码来提高可靠性。

## 背景技术

已经开发出了基于分组通信系统来发送数字信号。在一些通信系统中，  
10 通信信道有噪声并且能够将错误引入分组，这样就降低了通信的可靠性。在其他诸如因特网的通信信道中，可能完全丢失分组。已经开发出了系统来增加这样的通信系统的可靠性。

这些系统包括某种检错和纠错机构。例如，在于 1997 年 10 月 14 日授予 Tran 等人的美国专利 5, 677, 918，标题为 “METHOD AND DEVIEC FOR  
15 EFFICIENT ERROR CORRECTION IN A PACKET-SWITCHED COMMUNICTAION SYSTEM” 中，公开了一种分组交换通信系统，其中数据分组被分成段。在每个段上产生第一纠错码，并且在整个分组上产生第二纠错码。然后通过通信信道来发送组成分组的段。接收机接收段，并检查每个段和分组中的纠错码。如果在一个段或整个分组中检测到一个错误，则接  
20 收机向发射机发送否定确认，作为响应，发射机再发送该有错的段或整个分组，直到它被成功接收。

这种系统根据否定确定和再发送来纠正有错的分组。这就需要附加的通信来减少总的吞吐量，并且需要一个从接收机到发射机的返回信道(back channel)来传送该否定确认。该返回信道不是一直有用的。例如，诸如地面、  
25 电缆和卫星电视传输系统的广播系统仅是单向系统。

于 1999 年 12 月 22 日授予 Wan 等人的欧洲专利公开 EP 1014760 A1，标题为 “FORWARD ERROR CORRECTION AT MPEG-2 TRANSPORT STREAM LAYER” 中，公开了一种 MPEG 分组系统，其中累积了多个分组，称为 “超群”，并且在超群的数据上产生一个纠错码。然后，该纠错码数据被分组并且  
30 被添加到分组流作为可选分组。适当配置的接收机可以接收 MPEG 分组和可选的添加的纠错码分组，并且对所接收的 MPEG 分组的超群执行纠错。

于 1992 年 6 月 16 日授予 Raychaudhuri 等人的、标题为“AN HDTV COMPRESSION SYSTEM”的美国专利 5, 122, 875 中公开了一种分组通信系统，其中在分别调制的载波上以各个分组流来发送高优先级和低优先级的 MPEG 数据。这两种分组流中的每个分组包括纠错码。此外，对这两种分组流中的分组的连续块计算各自的前向纠错码，然后将各个前向纠错码添加到分组流。在接收机，前向纠错码被用来纠正各自所接收的分组流中的错误。然后，分析这两种分组流中的每个分组的检错码，以便确定错误是否保留在那个分组中。如果检测到错误，则执行某些形式的错误隐藏。例如，对于视频 MPEG 数据，如果检测到有错的分组，则不更新由该分组表示的图像区，以便阻止该有错的数据使图像失真。

众所周知，每个纠错码可以纠正一个最大数目的错误。用代码可纠正的错误数与相对于要保护的数据位数量的代码位的数量有关，即，纠正越多的错误需要越多的代码位，该代码位依次增加开销并且减小通信系统的通过量。虽然可以选择足够强的纠错码来纠正一个或多个分组的丢失(例如，在欧洲专利 1014730 A1 中可以纠正多达 9 个丢失分组和多达 4 1/2 个“错误”分组)，但是可以纠正的丢失分组的数量总是有限的。如果丢失了该数量以上分组，则还会连累那些原始计算的纠错码的分组的块中的所有分组。在那样的情况下，为了使潜在的图像降低最小化，在产生图像时不使用任何组中的分组。然而，有必要的是，即使丢失预定数量以上的分组，剩余分组中的数据也是有用的。

## 发明内容

根据本发明的原理，通过将分组纠错码添加到分组流中的每个分组和将块纠错码添加到分组流中的分组的连续块，来对分组流进行分级块编码，以便形成分级纠错码分组流。然后，通过通信信道来发送该分组流。响应每个块纠错码，来纠正分组的每个块中的错误，并且响应每个分组纠错码，来纠正每个分组中的错误。

以这种方式，分组的数据流的纠错编码被划分为每个单独的分组的 ECC 编码和分组的 ECC 编码块。本发明人已经意识到通过包括分组的每个块和每个分组本身的分离纠错编码，可以提供一些层次的检测和纠错，即使在分组的丢失数量多于分组的预定数量的情况下。也就是，如果多于预定数量的分

组丢失或破坏,则块纠错码将不能提供任何纠错。然而,仍可能的是,一些分组将具有足够少的分组,这样相关的分组纠错码就能够纠正它们。这就使分组的块中的至少一些分组能够提供可靠的信息,不管块纠错的损失。而且,因为分组 ECC 编码,可以减小强度,因此减小块 ECC 码的长度。

- 5 本发明人还意识到,通过包括分组的每个块和每个分组本身的分离纠错编码,通过为每个分组提供 ECC 编码而无需分组的块的编码,可以产生更强的编码。如果错误扩展到分组的整个组,则每个分组中的分组 ECC 编码能够处理那个分组中的相对少的错误。然而,如果错误突然出现,则大多数分组将没有错误,同时一个分组将具有比该分组 ECC 编码能够纠正的更多的错误。
- 10 在这种情况下,块 ECC 代码能够纠正在单个有错分组中的错误突发,并且可以利用所有的分组。

#### 附图说明

附图中:

- 15 图 1a 示出了包括本发明原理的通信系统的部分方框图;  
图 1b 示出了图解由图 1a 的通信系统通信的分组流的内容的分组图。

#### 具体实施方式

- 20 图 1a 示出了并入本发明原理的通信系统的部分方框图。在图 1a 中,仅示出了那些实现和理解本发明的操作所必需的元件。本领域的技术人员将会理解,这样的系统包括许多其它元件,这些元件是什么,如何设计、实现和互连这些元件,以形成一个工作系统。

- 25 在图 1a 中,数字数据源(未示出)连接到分组编码器 10 的输入端。数据源可以是数字数据的任何源。例如,对于数字电视广播系统,数据源可以是一种 MPEG 编码器,以一种已知方式将表示一个或多个电视节目的视频、音频和辅助信息编码成数字数据流。分组编码器 10 的输出端连接到块纠错码(ECC)编码器 20 的输入端。分组编码器 10 和块 ECC 编码器 20 的组合包含在一个发射机中。

- 30 块 ECC 编码器 20 的输出端经由通信信道连接到块 ECC 解码器 30 的输入端,如图 1a 中的虚线所示。块 ECC 解码器 30 的输出端连接到分组解码器 40 的输入端。分组解码器 40 的输出端连接到一个应用装置,用于所接收的

数据。例如，在数字电视接收机中，应用装置可以包括 MPEG 解码器，以及其它已知的电视电路，用以产生表示所接收的视频数据的图像和表示所接收的音频数据的声音。块 ECC 解码器 30 与分组解码器 40 的组合包含在一个接收机中。

- 5       图 1b 是用于理解图 1a 所示系统的操作的分组图。在操作中，来自数据源的数据字节组被处理用来产生相关的分组纠错码(ECC)字节。然后该分组 ECC 字节被添加到数据字节的相关组，以便在分组编码器 10 的输出端形成已 ECC 编码的数据分组。更具体地，每个分组可形成为包括固定数量的字节，其中包括数据字节字段和与该数据字节字段相关联的分组 ECC 字节的字段。
- 10       由分组编码器 10 产生的分组的流被块 ECC 编码器 20 进一步处理。分组的连续块中的字节被处理用来产生相关的块 ECC 代码。该块 ECC 代码被添加到被计算的分组的块。例如，块可以包括固定数量的分组，并且块 ECC 编码与该分组有关。

- 图 1b 所示的特定实施例涉及通过以太网网络连接来执行 MPEG2 视频流。更具体地说，根据 MPEG2 标准的传输帧包括 188 字节，以及根据以太网标准的以太网有效负载包括 1500 字节。在所说明的实施例中，在分组编码器 10 中用来对 MPEG2 分组编码的分组 ECC 码是一种以已知方式从(255, 239)Reed - Solomon 码缩短为(204, 188)码。因此，每个得到的纠错的分组(分组 1...分组 N)包括 188 个 MPEG2 传输帧数据字节(数据 1, 数据 2...数据 N)
- 15       和总计为 204 字节的 16 个分组 ECC 字节(ECC 1, ECC 2...ECC N)，如图 1b 所示。七个 204 字节分组的块总计 1428 字节，可以包含在 1500 字节以太网有效负载之内。在块 ECC 编码器 20 中用来对 ECC 编码的分组进行编码的块 ECC 码是一种以已知方式从(2047, 1983)Reed - Solomon 码缩短为(1500, 1436)码。八个零值字节从七个 204 字节分组被添加到 1428 字节，以便组成块 ECC
- 20       码所需要的 1436 个数据字节。该代码产生 64 个 ECC 字节(块 ECC 码)，该 ECC 字节被添加到七个分组的组，如图 1b 所示。

- 尽管在图 1b 中图解了特定应用，但是本领域的技术人员将理解，在根据本发明的系统中，可以使用任何前向纠错(FEC)块编码，并且所选择的特定纠错码、组成每个数据分组的数据字节的数量和 ECC 字节的数量是任意的，所示实施例仅作为示例。本领域的技术人员也将理解，可以使用任何 FEC 块编码，并且所选择的特定纠错码、块中的分组的数量以及块 ECC 中的字节的数
- 30



量是任意的，所示实施例仅作为示例。本领域的技术人员将进一步理解，可以将纠错码，诸如奇偶校验或 CRC 或任何其它纠错码，添加到每个分组或分组的每个组。

当通过信道发送该分组流时，分组流中的数据可能被破坏和/或全部的分组可能丢失。块 ECC 解码器 30 首先分析七个分组和块 ECC 编码的组合，以便以已知方式检测和纠正在那个块(如果可能)中的错误。在块 ECC 解码器 30 的输出端产生各自包括数据和分组 ECC 字节的已纠错的分组流。然后分组解码器 40 分析每个分组中的数据和分组 ECC 字节，以便以已知方式检测和纠正在那个分组(如果可能)中的错误。在分组解码器 40 的输出端产生从这些分组提取的已纠错的数据流。

在所列举的实施例中，16 字节分组 ECC 码可以纠正分组(由数据字段和分组 ECC 字段中的 188 字节组成)中任何位置的多达八个字节的错误。64 字节块 ECC 码可以纠正块(由七个分组中的 1428 字节、八个填充字节以及块 ECC 码的 64 字节组成)中任何位置的多达 32 字节的错误。如上所述，在分组数据通信系统中，由于例如干扰、在中继器的缓冲器溢出等，分组有时可能在发射机和接收机之间消失。然而，分组的丢失导致 204 字节错误，该错误是块 ECC 码不能纠正的。然而，如果接收到剩余的六个分组，则在每个分组中的各个分组 ECC 码可被用来纠正所接收的每个分组中的多达八个字节的错误。因此，系统可以使用这些分组，即使块 ECC 码对于纠正任何错误是无效的。

即使在接收到所有分组的情况下，分级 ECC 码的使用提供了附加的纠错。块 ECC 被用来纠错分组的块，并且每个分组还被它的分组 ECC 码纠错。本领域的技术人员也将注意到，因为块 ECC 编码保持相同，所以所示的实施例可结合到现有的(以上描述的)标准系统中。仅仅改变了每个分组的内部排列。

尽管描述了 MPEG 数字电视广播系统环境，但是本领域的技术人员将理解，本发明可用于任何分组数据系统中，例如诸如互联网的计算机互连网络，或诸如在数字蜂窝电话中使用的分组交换通信系统。那样的系统在使用相对小分组的分组通信系统中尤其有利。本领域的技术人员还将理解，其它检错码和/或纠错码可与本发明的错误编码结合。例如，诸如奇偶校验或 CRC 的任何已知的检错码也可以添加到每个分组，以便提供分组是否无错或有错的指示。

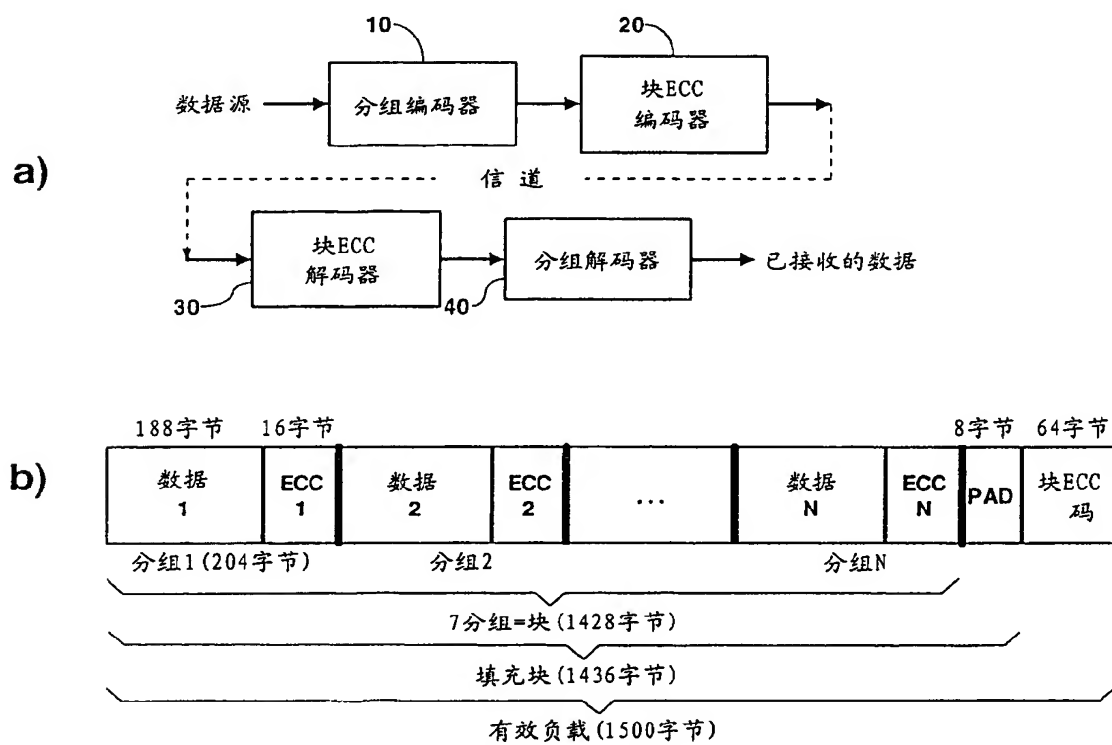


图 1